
臨 床

最近10年間の教室における Cranioplasty の 経験とその成績

京都大学医学部脳神経外科学教室（指導：半田 肇教授）

米 川 泰 弘・今 井 輝 国

〔原稿受付：昭和43年1月12日〕

Results of Cranioplasty

by

YASUHIRO YONEKAWA and TERUKUNI IMAI

Department of Neurosurgery, Kyoto University Medical School
(Director : Prof. Dr. HAJIME HANDA)

In recent years, cases of skull defects have increased in accordance with the increase of head injuries due to traffic accidents. Autogenous, homogenous, heterogenous grafts and alloplastic materials such as synthetic plastics and various metallic substances have been widely used as materials for cranioplasty. However, few follow-up studies have been made on these materials following cranioplasties.

In the last ten years, plastic operations for the skull defects have been performed in 25 cases in our clinic. Among them, follow-up study was made in 19 cases.

23 patients are males and 2 are females. Causes of skull defects are trauma in 21 cases and tumor in 4 cases (two were meningiomas and another two were osteosarcomas). Among the 21 cases of trauma, 14 were due to traffic accidents and 7 had other causes. Resorption of skull flap was found at the operation, in two cases in which fractures had occurred in childhood and infancy. Any significant difference of age in each decade was not found. (Table 1).

The most common site of skull defects was frontal portion (Table 2). 18 cases (58%) of the traumatic cases revealed the frontal defects. 14 cases (56%) had the size of defect below about 5 cm in diameter. Remaining 11 cases showed larger skull defects. Table 3 shows the intervals between removal or complete disappearance of bone flap and plastic operations. The shortest interval was about 1 month and the longest, 15 years.

Table 4 shows the name and number of materials used for cranioplasty. Autogenous grafts were employed in 18 patients (69%), then alloplastic materials, namely, methyl-methacrylate and stainless steel in 4 and 1 cases respectively, heterogeneous graft (Kiel bone) in 3 cases.

The autogenous grafts showed the best post-operative and follow-up results as shown in Tables 5 and 6. Any significant different results were not obtained between autogenous rib and iliac bones. The synthetic plastics methyl-methacrylate revealed also fair results.

Although the Kiel bone grafts showed wrong data, their mode of storage and operation must be further investigated.

In conclusion, cranioplasty should be performed as a rule, with autogenous bone, for cases above 3 years old and after at least 3 months after the removal or disappearance of the bone flap due to head injuries and so on. Methyl-methacrylate may be employed when a defect size is relatively large or any other reasons exist.

Besides our results, some collective reviews on cranioplasty have been done in this article.

I はじめに

最近における交通事故等，頭部外傷の激増に伴ない，頭蓋骨欠損症例の頻度がましている。これをいかにしてどのような物質で充填すればよいかと云う事は，臨床医にとっては重要な問題である。

頭蓋骨欠損の充填物質としては，自家骨，同種異家骨，異種骨の他，Alloplastic materials 即ち，合成樹脂，各種の金属がある。

教室で最近10年間，25例に cranioplasty を行なつた。この内 follow up しえたものが19例，即76%である。

II 臨床成績

症例数は25例，その内男23例，女2例である。頭蓋骨欠損の原因は外傷が21例(84%)で他の4例は tumor である(16%)。tumor の内訳は meningioma 2例，osteosarcoma 2例である。外傷の内訳は交通事故によるものが14例，他の頭部外傷は7例である。21例の外傷中，幼時の頭部外傷で頭蓋骨骨折片に吸収のおこつたものが2例ある。

年齢による症例の分布は表1の如くで余り各年代間に差をみとめない。

Table 1 Age Incidence

Age	No. of Cases
0 10	5
11 20	5
21 30	7
31 40	5
41 50	2
51 60	1

頭蓋骨欠損の部位は前頭部に圧倒的に多い。表2に示すごとく，前頭部は外傷例において58%を占める。腫瘍例もいずれも前頭部である。腫瘍例は()内に数字で示している。なお，total が25より大になるのは部位が overlap しているからである。

Table 2 Site of Skull Defect

Site	Right	Left
Frontal	10 (3)	8 (1)
Parietal	3	3
Occipital	2	2
Temporal	1	2

頭蓋骨欠損の大きさは直径が大体5cm以下のものが14例(56%)を占める。直径が5cm以上のものが11例ある。

Cranioplasty を行なうまでの期間は，表3に示すごとくである。短いものは約1ヵ月から長いものは15年にも及んでいる。

Table 3 Intervals Between Removal or Complete Disappearance of Bone Flap and Cranioplasty

Intervals	No. of Cases
0-3mos.	5
4-6	3
7-12	8
13-36	4
37-	5

Cranioplasty に用いた物質は，表4に示すごとくである。自家骨を用いたものが18例(69%)ある。次

Table 4 Materials used for cranioplasty

	Trauma	Tumor
Autogenous Rib	9	2
Autogenous Iliac Bone	6	1
Methyl Methacrylate	3	1
Kiel Bone	3	
Stainless Steel	1	
Totals	22	4

Table 5 Postoperative Course

	Rib	Iliac Bone	Kiel Bone	Methyl Methacrylate	Stainless Steel
Uneventful	9	7	2	3	1
Wound Infection	1	0	1	0	0
Liquor Fistula	1	0	0	0	0
Local Reaction (Exudation)	0	0	0	1	0

Table 6 Follow-UP Results

Materials	No. of Cases	Uneventful	Irritation	Infection	Absorption
Rib	8	4	3	1	0
Iliac Bone	6	4	1	1	0
Kiel Bone	2	1	0	1	0
Methyl Methacrylate	2	0	1	0	0
Stainless Steel	1	0	1	0	0
Totals	19	9	7	3	0

に alloplastic materials 即, methyl-methacrylate 及び, stainless steel が各々 4 例, 1 例である。異家骨 (Kiel bone) を用いたものが 3 例ある。なお total 26 例になつているのは, 第 1 回の手術に Kiel bone を用い, 感染をおこしたのでこれを除去, 第 2 回の手術で自家腸骨を用いたものを含んでいるためである。

入院時の術後経過は表 5 に示すごとくである。Kiel bone の 1 例は感染後, これを取りのぞき自家腸骨で再手術を行なつたもので, 少なくとも退院までは良好な経過を取つたものである。

症例 25 例中 19 例 follow up 出来た。この内上述例は腸骨で再手術をなつたもので約 1 ヶ月後化膿して来た。結果は表 6 に示すごとくである。なお今までのところ移植骨に吸収例はない。

以上のごとく, 自家骨移植例がもつとも成績がよい。肋骨, 腸骨間に有意の差はない。ついで methyl methacrylate である。Kiel bone の成績がわるいが, これは保存の仕方, 期間, 手術の方法等を検討すべきであらう。

III 考 察

cranioplasty の歴史は古く 1600 年 Fallopius⁵⁾ が dura が正常であり, 移植骨が清潔であれば cranioplasty は可能であると云つてゐる。人間については 1821 年 Philip von Walther⁵⁾ が cranioplasty を行なつてゐる。

cranioplasty の indication としては Walker⁵⁾によれば

① 欠損局所の痛み ② epilepsy ③ cosmetic な問題 ④ 頭蓋内容保護作用 ⑤ 精神的な不安感をりのぞく等である。

この内で epilepsy についてはかつて cranioplasty の禁忌と考えられた時代もあつた。しかし統計的には確証がないものの, Grant & Norcross¹⁰⁾ は epilepsy を伴つた頭蓋骨欠損の cranioplasty 28 例中 18 例に epilepsy の軽快をみたとしている。その他の報告によつてもむしろ適応であると考えられる。我々の症例では術前 epilepsy を伴つたものが 8 例あり, この内 follow up 出来たものが 6 例ある。この内 cranioplasty で軽快したもの 2 例, 悪化したものが 1 例ある。又頭蓋内容保護作用で一応どの程度の大きさについて cranioplasty を行なうべきかが問題になるが, Ingaham Matson⁴⁾ は temporal 或は occipital muscle の附着点より上で直径が 2~3 cm の欠損であれば手術を行なうがよいという。

つぎに禁忌であるが ① 感染 ② decompression を要するもの ③ 3 才未満の幼児, 等があげられる。感染については我々の例 3 例は受傷或は手術後各々 1 ヶ年, 15 年, 1.5 年を経たものにおこつてゐる。この 1 ヶ月のものは明かに手術に到る期間が短かすぎたと考えられる。

Voris⁷⁾は感染治療後少なくとも 3 ヶ月, 望ましくは 6 ヶ月後に到り, はじめて cranioplasty を行なうべきであると云つてゐる。又, 手術を行なう年齢はやはり

脳、頭蓋骨が充分に発達するのをまつて行なうべきであり、少なくとも3才未満は禁忌と考えられる。

Cranioplasty に用いる物質としてはまず、自家骨がある。これは骨新生の骨格として自家骨が役立つという考えにもとづくものである。しかしこの時に移植した骨の運命が問題になる。即、移植骨が吸収され繊維組織でおきかえられるならば当初の目的を達せぬ事になる。移植骨の運命については未だ定論がない。Grant & Norcross¹⁰⁾は58例中3例に骨吸収を来したと報告している。又煮沸自家骨の吸収率はこれより多く約30%といわれる¹³⁾。Phemister⁵⁾は骨造成は Periosteum の内層及び Endosteum よりおこり、さらに多少これに関与するものとして Haversian canal の骨細胞及び繊維組織があるとしている。Richany, Bast & Spring²⁾は犬の実験から dural periosteum の作用を強調している。いづれにしても移植骨の運命は、患者の年齢、移植骨及周囲組織の状態及手術部の清潔の度合によつてきまるのであろう。

自家骨で何を用いるかは術者の好みであるが最近では主に、腸骨、肋骨が用いられている。

腸骨は1914年 Manclaire⁵⁾ がはじめて用いている。外板をつかう方法、内板をつかう方法があるが、一般に現今は外板を用いる方法がとられている。これは頭蓋骨欠損の彎曲にあてはまりやすい彎曲をもっている事が主な利点である。欠点としては、① 2ヵ所の手術野を要する事、② 大腿筋の weakness がおこり術後の回復がおくれる事、③ 骨盤骨折の可能性がなきにしもあらずという事である。

異種骨では1893年 Ricard が人間の cranioplasty に犬の骨を用いた事が最初であるが、その改良された代表的なものが Kiel bone となつている。

Alloplastic materials の条件としては ① 殺菌しやすい事 ② 操作成形しやすい事 ③ 保護に充分な程度の硬度をもつ事 ④ X線を通す事 ⑤ 生体内で化学反応のない事 ⑥ 発癌性のない事等である。

Tantalum を手術に用いたのは1941年 Burke が最初である。Pudenz & Odom¹¹⁾は Tantalum に組織反応が少く、Tantalum plate の下には血管の Endothel に似る細胞よりなるうすい膜が出来る事を報告した。Ingraham & Matson⁴⁾は自家骨、Methyl methacrylate、Tantalum の三者を比較して Tantalum の優秀性を強調している。大きな欠点は、X線を通しにくい事である。

Stainless Steel の歴史はこれより新しく Boldrey が1944年に報告している⁵⁾。

非金属としては Polyethylene Methyl methacrylate がある。

Polyethylene は Ingraham¹⁾ 等によれば組織反応は Tantalum と同程度に少いという。このものは代用硬膜としても用いられる。

Methyl methacrylate は acrylic acid の derivatives の重合したものである。軽くて充分な硬度をもち張力にもつよい。比較的化学的に安定している。1940年 Kleinschmidt は兎の cranioplasty に用い同年 Zander が人間の cranioplasty に用いている。Gurdjian & Kahn¹²⁾はこの材料を用いて良好な成績をえている。MacKenzie, Sharpless & Millard³⁾によれば炎症性の組織反応はおこらないと云う。数週間で plate のまわりに hyaline connective tissue のカプセルが出来、これが次第に強靱なものになると云う。ここで一寸注意しておくべき報告がある。近年マウスでこの methyl methacrylate に発癌性のある事がたしかめられた¹⁴⁾。この初癌性は methyl methacrylate の用い方によつても大小があり我々が plate として用いる場合、滲出液を subgaleal にみちびくためと、plate と組織との固定を補強するために小孔を多数穿つが、小孔のある場合と、ない場合では発癌率が異なると云う。即後者の方が発癌率が高い。これは anoxia に対する組織反応が関係していると推察される。但し今までのところ人間に対する発癌性は確認されていない。

用いる方法としては Spence⁹⁾ のいわゆる one stage-method があるが我々は主として、予め骨欠陥にあわせて plate をつくつておき、小孔を穿ち、これをオスバン液に24時間浸して用いる方法をとつている。

IV 結 語

cranioplasty には自家骨を主として用い、これは比較的小きな欠損で彎曲の大でないところに用い alloplastic materials とくに Methyl methacrylate は自家骨を補うような、即比較的大きな欠損(直径5cm以上)で彎曲の大なるところに用いればよいと思われる。

V 要 約

京大脳神経外科での最近10年間の cranioplasty 25例について検討 follow up を行ない、自家骨、Methyl methacrylate の成績のよい事をのべ、あわせて cranioplasty の概観を行なつた。

本論文の要旨は昭和42年7月の近畿外科学会におい

て発表した。なおこの後3例の頭蓋骨欠損に methyl methacrylate を用いたが術後経過は良好であつた。

稿を終るに臨み、終始、御指導御校閲を賜つた恩師半田肇教授に深甚なる謝意を表わします。御指導御鞭撻頂いた太田富雄講師に心より感謝いたします。

REFERENCES

- 1) Ingraham, F.D. Alexander, E. Matson, D.D. : Polyethylene, A New Synthetic Plastic for Use in Surgery J. Am. Med. Ass. **135** : 82-87 1947.
- 2) Simpson, D. : Titanium in Cranioplasty. J. Neurosurg. **22** : 292-293, 1965
- 3) Ingraham, F.D. Alexander, E. Matson, D.D. : Synthetic Plastic Materials in Surgery. The New Eng. J. of Med. **236** : 362-368, 1964.
- 4) Ingraham, F.D. Matson, D.D. : Neurosurgery of Infancy & Childhood. Thomas 173-177, 1961.
- 5) Woolf, J.I. Walker, A.E. : Cranioplasty. Collective Review. Int. Abstr. Surg. **81** : 1-23, 1945.
- 6) Richany, S.F. Bast, H.T. Spring, H. : The Repair of Bone & Fate of Autogenous Bone Grafts in the Skull. Acta Neurochir. **11** : 61-82, 1964.
- 7) Voris, H.C. : Repair of Skull Defects. Amer J. of Surg. **89** : 803-808, 1955.
- 8) Rietz, K.A. : The One-stage Method of Cranioplasty with Acrylic Plastic. J. Neurosurg. **15** : 176-182, 1958.
- 9) Spence, W.T. : Form-fitting Plastic Cranioplasty. J. Neurosurg. **11** : 219-225, 1954.
- 10) Grant, F.C. Norcross, N.C. : Repair of Cranial Defects by Cranioplasty. Ann. Surg. **110** : 488-510, 1939.
- 11) Pudenz, R.H. Odom, G.L. : Meningocerebral Adhesions. Surgery. **12** : 318-344, 1942.
- 12) Gurdjian, E.S. Webster, J.E. Brown, J.C. : Impression Technique for Reconstruction of Large Skull Defects. Surgery. **14** : 876-881, 1943.
- 13) Odom, G.L. Woodhall, B. Wrenn, F.K. : The Use of Refrigerated Autogenous Bone Flaps for Cranioplasty. J. Neurosurg. **9** : 606-610, 1952.
- 14) Contzen, H. : Voraussetzungen, Möglichkeiten und Grenzen für den alloplastischen Gewebeersatz mit Kunststoffen. Der Chirurg. **12** : 529-534, 1965.